

Vinhaça: perspectiva de reuso

**OLIVEIRA, Felipe de Carvalho^{1*}; SILVA, Lucas Santos²; TAKIUCHI, Tatiane Mie³;
SILVA, Isabelly Pereira²; RUZENE, Denise Santos¹; SILVA, Daniel Pereira²**

¹ Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe;

² Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe;

³ Departamento de Arqueologia, Universidade Federal de Sergipe, Campus Laranjeiras;

* Autor de correspondência. E-mail: felipe.carvalho250@gmail.com

RESUMO

Vinhaça é um resíduo oriundo principalmente no processo de produção de etanol por cana-de-açúcar, neste sentido, o presente artigo irá abordar as suas áreas de atuação no campo tecnológico, tendo como objetivo determinar a importância das diversas áreas, e a partir disso entender as suas possíveis aplicações, assim foram utilizadas informações advindas da plataforma de busca (Scopus) e uso do software (VOSviewer), para interações de dados. Com os resultados obtidos foi possível verificar a grande interação deste resíduo com pesquisas referentes a obtenção de biogás e fertilizantes.

Palavras-chave: Vinhaça; Áreas de atuações; VOSviewer.

Vinasse: perspective of reuse

ABSTRACT

Vinasse is a residue originated mainly in the process of ethanol production by sugarcane, in this sense, the present article will address its areas of activity in the technological field, aiming to determine the importance of the most diverse areas, and from to understand their possible applications, so we used information from the search platform (Scopus) and software use (VOSviewer), for data interactions. With the results it was possible to verify the great interaction of this residue with researches regarding the obtaining of biogas and fertilizers.

Keywords: Vinasse; Areas of expertise; VOSviewer.

1 Introdução

Sendo o principal resíduo da indústria alcooleira, a composição química da vinhaça possui variações em especial a depender do tipo de matéria-prima usado no processo de obtenção do álcool, na composição utilizada no mosto, do modo de fermentação realizada bem como das condições em que o resíduo é armazenado (NOEMI, 2011).

De uma forma geral, a vinhaça consiste basicamente de água (94 a 97% de sua composição) e materiais não voláteis de caldo de fermentação constituída por matéria orgânica, sulfato, potássio, fósforo, magnésio e cálcio. Caracteriza-se por valores de pH entre 4,5 a 4,8, e por um odor e cor marrom, decorrente da presença de melanoidinas (SERUGA e KRZYZWONOS, 2015; GUERREIRO *et al.*, 2016; QUEIROGA *et al.*, 2018).

Sendo um efluente dependente da constituição de sua matéria prima e do processo realizado na destilação de etanol, sua obtenção por volume corresponde a valores entre 8 e 18 litros por litro de álcool, apresentando, segundo autores da literatura, características singulares que facilita a sua aplicação no setor agrícola como fertilizantes, particularmente na lavoura de cana-de-açúcar (COLIN *et al.*, 2016; VILAR *et al.*, 2018).

Assim, o presente trabalho tem por finalidade discorrer sobre os resultados alcançados a partir de um levantamento bibliográfico, realizando assim um breve estudo bibliométrico dos estudos referentes a vinhaça visando determinar quais as suas áreas de atuação de uma maneira geral.

2 Metodologia

A metodologia aplicada a este trabalho deu-se a partir de uma revisão literária junto à base de dados do Scopus, como linha orientadora no que diz respeito às mais diversas áreas de atuação da vinhaça, dando exclusividade para a busca de artigos como único tipo de documento. Na base eletrônica, utilizou-se como parâmetro para a busca o nome do resíduo na seção de título, resumo e palavras-chave.

Assim, após a busca bibliográfica, procedeu-se à análise do material; salientando-se, entretanto, a não realização de uma análise para sua pré-seleção nem estabelecidos critérios de inclusão e exclusão de artigos. Todos idiomas de publicação foram considerados para análise. A base Scopus foi usada como banco de dados e também como análise bibliométrica preliminar, extraindo informações estatísticas gerais das publicações, enquanto o programa VOSViewer® foi usado para análise bibliométrica e visualização de rede.

No VOSViewer®, utilizou-se do recurso de criação de gráficos baseados em co-ocorrência de palavras-chave. Essa análise oferece as opções '*Author's keywords*' e '*Keywords Plus*', por isso elegeu-se a opção '*all keywords*' que engloba essas duas modalidades, além do método de *full counting* que atribui o mesmo peso para cada link em co-ocorrência.

Com a busca realizada e dados armazenados, fez-se tratamentos de interações de informações que expressassem os resultados obtidos.

3 Resultados e discussão

Os dados obtidos posterior a análise demonstraram as “multifaces” da vinhaça, abordando suas aplicações nas mais diferentes áreas. A 56 anos atrás, seguindo a base de dados do Scopus, têm-se o primeiro estudo sobre a vinhaça, o qual trata da produção de micélio de cogumelo como fonte de proteína e gordura em cultura submersa em meio de vinhaça (FALACHE *et al.*, 1962).

Com o levantamento bibliográfico devidamente feito e com os dados obtidos nas primeiras análises, foi possível desenvolver alguns gráficos comportamentais que expressam: as áreas de atuação da vinhaça; a quantidade de pesquisas realizadas por ano; os autores que mais publicaram sobre a vinhaça; a relação de publicação por país; e as correlações existentes entre as palavras chaves.

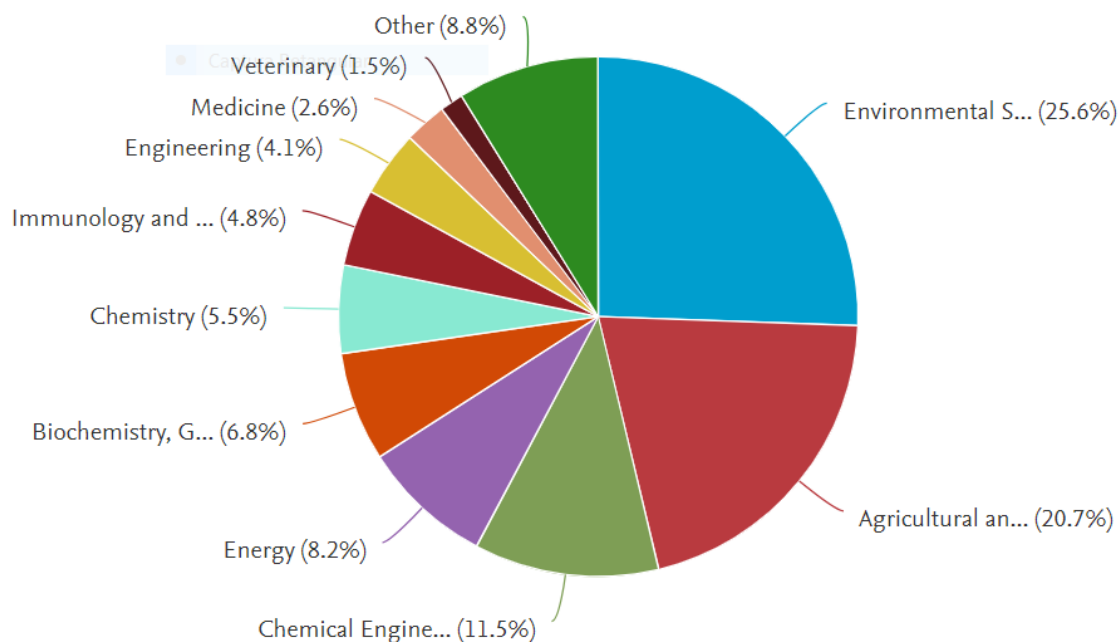
3.1 Áreas de atuação

Em relação as áreas de atuação de pesquisas com vinhaça (Figura 1), pelos resultados da busca realizada foi possível verificar um total de 11 áreas de atuação, englobando áreas como: meio ambiente, medicina, veterinária, agricultura, engenharia, engenharia química, energia, bioquímica, imunologia e outros. Sendo que as áreas de agricultura e meio ambiente, são as áreas mais representativas (em um total de 46,3%).

De uma forma ampla, na área do meio ambiente as pesquisas visam avaliar o uso adequado de resíduos em fertilizantes. A vinhaça de cana-de-açúcar tem sido amplamente utilizada como fertilizante do solo na indústria brasileira de açúcar e álcool para a reciclagem de potássio e água. Entretanto, os potenciais efeitos negativos da fertirrigação a longo prazo do solo representam uma grande desvantagem em relação a essa prática, enquanto a aplicação da biodigestão representa um método eficiente para reduzir a carga orgânica poluidora e recuperar a bioenergia da vinhaça. Fuess *et al.* (2018) avaliaram os impactos ambientais da fertirrigação e do potencial de recuperação de bioenergia por meio da biodigestão. No setor agrícola os

estudos são referentes ao uso na compostagem para fins de aumento na produtividade (DÍAZ, *et al.*, 2002).

Figura 1 – Áreas de atuação da vinhaça

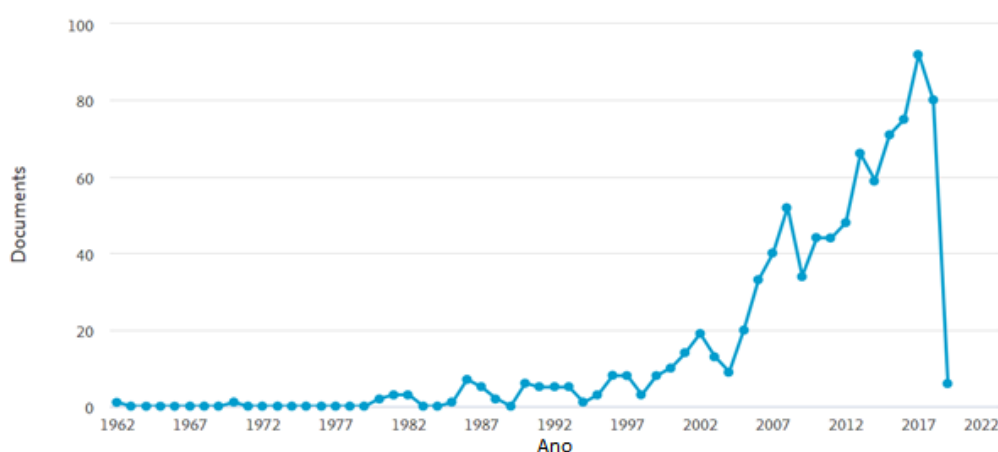


Fonte: Scopus

3.2 Publicações realizadas por ano

A quantidade de publicações relacionadas a vinhaça, apresentadas por esta pesquisa no banco de busca Scopus, abarcou do ano de 1962 até 2019 (artigos *in press*). Assim, em uma primeira análise foi possível verificar que no início as pesquisas de vinhaça foram quase que escassas, apresentando em torno de uma publicação ou as vezes nenhuma durante o ano, surgindo no ano de 1986 um crescimento, onde pela primeira vez houve em torno de 7 publicações no ano. A partir deste ano, com alguma variação, foi iniciado um crescimento constante chegando em 2017 com um número de publicações relacionados ao tema em torno de 92 publicações.

Figura 2 – Publicações sobre bromelina por ano



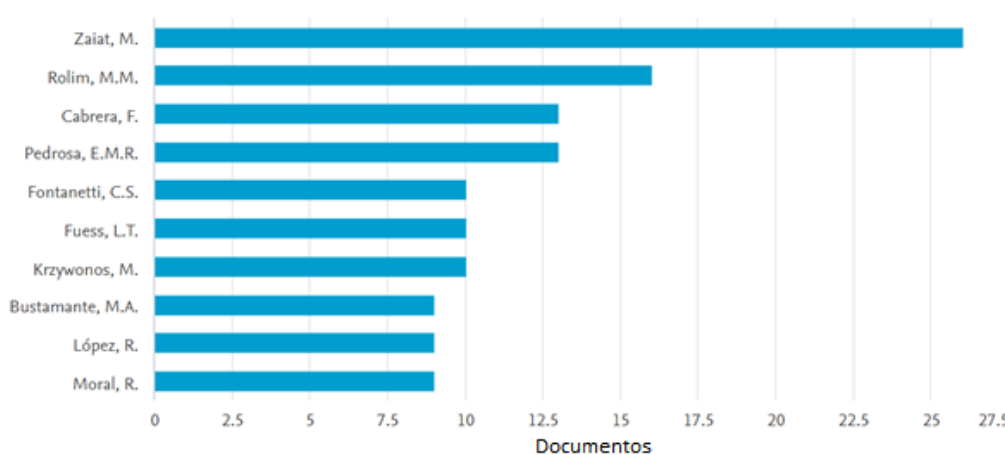
Fonte: Scopus

Porém podemos observar que ao longo dos anos, as pesquisas em relação a vinhaça não se mantiveram contínuas. De um modo geral, no ano de maior quantidade de publicações (2017) os autores discorreram na maioria de suas pesquisas o uso da vinhaça para produção de biogás (BERNAL *et al.*, 2017).

3.3 Publicações por autores

Em relação a publicações por autores, a Figura 3 apresenta dez autores com maior número de trabalhos publicados dentro da temática vinhaça observados nesta pesquisa, bem como a quantidade de publicações realizadas por cada um deles encontradas na plataforma de busca, sendo que o maior número de publicações de um mesmo autor foi até o momento 26. De uma forma genérica, o autor que teve maior proeminência de publicações focou as pesquisas nas áreas de engenharia química e energia, visando o uso da vinhaça na recuperação de bioenergia (ZAIAT *et al.*, 2018).

Figura 3 – Publicações por autores



Fonte: Scopus

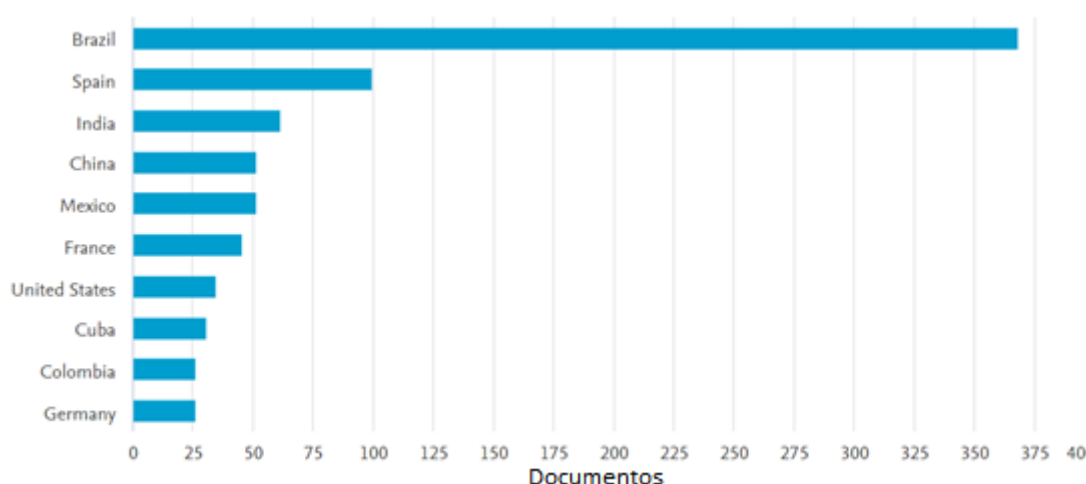
3.4 Publicações por países

Conforme indicado na Figura 4, onde é relacionada publicações por países, os pesquisadores brasileiros mostram grande interesse na vinhaça, seguido da Espanha, Índia e China. Neste sentido, as pesquisas tiveram como finalidade o uso de minerais orgânico nos resíduos e a redução do potencial poluidor final da produção, assim buscando um viés industrial de mineralização de baixo custo e descoloração de vinhaça.

3.5 Palavras-chave

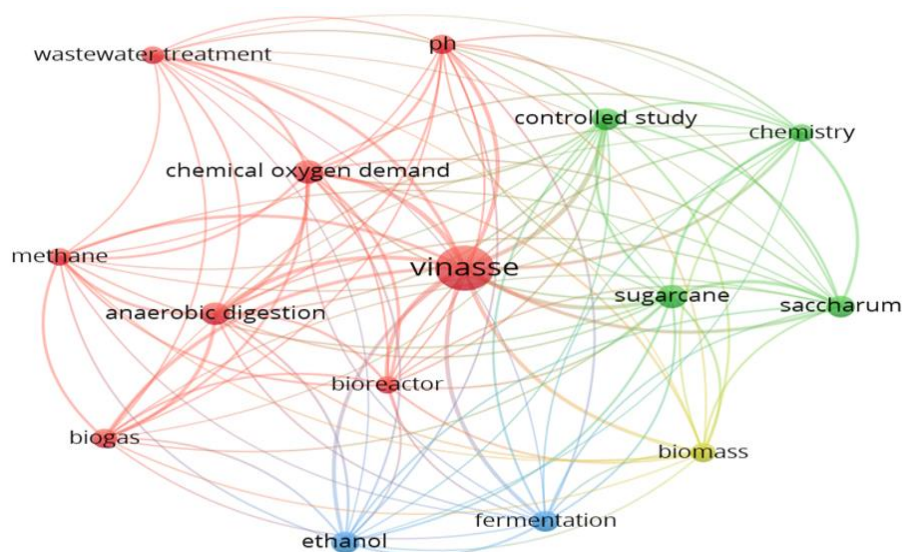
Para o entendimento de um assunto durante um período específico, faz-se necessário o uso de palavras-chave, as quais podem fornecer importantes informações. Na Figura 5, o tamanho do nó indica maior uso da palavra enquanto as linhas indicam a quantidade de vezes que duas palavras-chave foram utilizadas juntas. Assim, conclui-se que os pesquisadores se concentraram, por exemplo, nos conteúdos relacionados ao uso da vinhaça principalmente voltada ao meio ambiente.

Figura 4 – Publicações por países



Fonte: Scopus

Figura 5 – Correlações entre as palavras chaves



Fonte: VOSviewer

Assim, observa-se que a Figura 5, respectivo à análise do Vosviewer, possui 4 clusters. A análise de clusters facilita um entendimento maior da correlação que há entre as palavras-chave obtidas, bem como permite identificar que dentre estes há clusters estreitamente relacionados às aplicabilidades da vinhaça e aos seus aspectos funcionais, cada cluster ou grupo está sendo representado por uma cor diferente. Termos como vinhaça (vinasse) e biorreator (bioreactor), fazem parte do grupo 1, o qual está diretamente ligado aos aspectos funcionais e características gerais do resíduo. Também há um cluster relacionado aos tipos e campos de estudo adotados (cluster 2), que possui termos como química (chemistry) e estudo controlado (controlled study). O cluster 3 apresenta termos relacionados às técnicas de uso do resíduo como fermentação (fermentation), enquanto que o cluster 4 retoma palavras relacionadas aos aspectos funcionais como biomassa (biomass).

Sendo assim, os mapas permitem a visualização de termos e conceitos mais correntes na literatura e, consequentemente, possibilitam o entendimento da relação entre eles. Apesar da grande rede de relacionamento que os mapas exibem é possível, mesmo interpretando apenas os clusters criados, contemplar, por exemplo, as áreas principais que interagem para formar a ideia de utilização da vinhaça na literatura. Além disso, sobretudo, o cotejamento dos grafos provenientes de cada repositório de literatura permite corroborar quais termos se consolidam através de sua reincidência no mapa.

Todas as palavras-chave obtidas pertencem a alguma das áreas encontradas de aplicação do resíduo, dentre elas se destacam as Ciências Agrárias e Biológicas, a Química, Bioquímica, Genética e Biologia Molecular e áreas voltadas para a obtenção de energia.

4 Considerações finais

O artigo obteve em toda a sua extensão os dados como unidade de análise, sempre atento ao fato de que os bancos de dados são suficientemente importantes, para constituir um monopólio científico de qualquer área em particular. Tal fato conduziu a se adotar uma abordagem interdisciplinar em todas as áreas de pesquisas, mostrando a presente nas mais diversas áreas tecnológicas, tendo a maior parte das publicações advindas de pesquisas referentes a seus usos para obtenção de biogás e no uso para fertilizantes para o caso da vinhaça, alvo desta pesquisa.

Referências bibliográficas

- BERNAL, A.P., DOS SANTOS, I.F.S., MONI SILVA, A.P., BARROS, R.M., RIBEIRO, E.M. Vinasse biogas for energy generation in Brazil: An assessment of economic feasibility, energy potential and avoided CO₂ emissions, **Journal of Cleaner Production**, v.151, p.260-271, 2017.
- COLIN, V. L.; CORTES A. A. J.; APARICIO, J. D.; AMOROSO, M. J. Potential application of a bioemulsifier-producing actinobacterium for treatment of vinasse. **Chemosphere**, v.144, p.842-847, 2016.
- DÍAZ, M.J., MADEJÓN, E., LÓPEZ, F., LÓPEZ, R., CABRERA, F. Composting of vinasse and cotton gin waste by using two different systems, **Resources, Conservation and Recycling**, v.34, n.4, p. 235-248, 2002.
- FALANGHE, H. Production of mushroom mycelium as a protein and fat source in submerged culture in medium of vinasse, **Applied microbiology**, v.10, p. 572-576, 1962.
- FUESS, L.T., GARCIA, M.L., ZAIAT, M. Seasonal characterization of sugarcane vinasse: Assessing environmental impacts from fertirrigation and the bioenergy recovery potential through biodigestion, **Science of the Total Environment**, v.634, p. 29-40, 2018.
- NOEMI, R.P. 2011. Uso de vinhaça para fertirrigação. Trabalho de graduação. Faculdade de Tecnologia Prof: Fernando Amaral de Almeida Prado. Araçatuba, 2011.
- GUERREIRO, L. F.; RODRIGUE, C. S. D.; DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A.; BOAVENTURA, R. A. R.; Madeira, L. M. Treatment of sugarcane vinasse by combination of coagulation/ flocculation and Fenton's oxidation, **Journal of Environmental Management**, v.181, p. 237-248, 2016.
- QUEIROGA, J. A.; SOUZA, D. F.; NUNES, E. H.; SILVA, A. F.; AMARAL, M. C. S.; CIMINELLI, V. S. T.; VASCONCELOS, W. L. Preparation of alumina tubular membranes for treating sugarcane vinasse obtained in ethanol production, **Separation and Purification Technology**, v.190, p.195-201, 2018.
- SERUGA, P.; KRZYWONOS, M. Screening of medium components and process parameters for sugar beet molasses vinasse decolorization by *Lactobacillus plantarum* using placket-burman experimental design, **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 24, n.2, p.683-688, 2015.
- VILAR, D. S.; CARVALHO, G. O.; PUPO, M. M. S.; AGUIAR, M. M.; TORRES, N. H.; AMÉRICO, J. H. P.; CAVALCANTI, E. B.; EGUILUZ, K. I. B.; BANDA, G. R. S.; LEITE, M. S.; FERREIRA, L. F.R. Vinasse degradation using *Pleurotus sajor-caju* in a combined biological – **Electrochemical oxidation treatment. Separation and Purification Technology**, v. 192, p.287-296, 2018.